

09/600195

534 Rec'd PCT/PTC 12 JUL 2000

PATENT APPLICATION/PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF:

ATTORNEY DOCKET NUMBER

Kiyotaka MIURA,  
Jianrong QIU,  
Yuki KONDO  
and Kazuyuki HIRAO

2204-001287

PCT/JP98/05676

ENTITLED

"A METHOD OF SELECTIVELY REFORMING AN INNER PART OF  
AN INORGANIC BODY AND AN INORGANIC BODY HAVING A  
SELECTIVELY REFORMED INNER PART"

To BOX PCT  
Attention: DO/EO/US

Assistant Commissioner for Patents  
Washington D.C. 20231

EXPRESS MAIL CERTIFICATE

"Express Mail" Label Number EL561552403US

Date of Deposit July 12, 2000

I hereby certify that the following attached paper or fee

WRITTEN OPINION (3 pp.) in Japanese, including  
English translation of Examiner's Opinion

is being deposited with the United States Postal Service "Express  
Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. §1.10 on  
the date indicated above and is addressed to the Assistant  
Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

Kara A. Toward

(Typed name of person mailing paper or fee)

Kara A. Toward  
(Signature of person mailing paper or fee)

## REPLY

Director of Japanese Patent Office

1. International Patent Application: PCT/JP98/05676

2. Applicant:

Name Japan Science And Technology Corporation  
Address 1-8, Hon-cho 4-chome, Kawaguchi-shi,  
Saitama-ken 332-0012 Japan

3. Procurator:

Name OGURA Wataru  
Address 201, Ohno-Senkawa Bldg., 23-7, Kanamecho 3-chome,  
Toshima-ku, Tokyo 171-0043 Japan

4. Date of Notification: 21.07.99

5. Reply to the Opinion

(1) The Examiner shows his understanding that the present invention is lack of novelty, since the subject matters of the present invention are already disclosed in JP8-301695A (D1) and JP8-288582A (D2).

The applicant restudied the disclosure of the present invention in comparison with each cited reference, and concluded that the present invention shall be regarded as patentable, since the novelty of the present invention is not denied regardless the Examiner's understanding.

The applicant's understanding will be apparent by the following explanation.

(2) Concept of the Present Invention

The present invention is characterized by irradiation with a pulsed laser beam of wavelength different from absorption wavelength of rare earth and/or transition metal ion. This feature is disclosed at page 2, line 26 in the specification and is not a new matter. Actually, pulsed laser beams of 800 nm, 1100 nm and 550 nm wavelength were used for the inorganic material including  $\text{Eu}^{2+}$ ,  $\text{Sm}^{2+}$  and  $\text{Ce}^{3+}$  in the Examples 1-3,

respectively.

Irradiation of condensed pulsed laser beam provides a very large electric field at a focal point so that an effective reform of an inorganic material would be possible even after synthesis or heat treatment. Moreover, such the irradiation excites wavelength different from absorption wavelength, so that the photo-energy is transferred to the inorganic material through a multiple photon process. Since there is a threshold for reformation of an inorganic material, the inorganic material is reformed only at a part where photo-energy over the threshold is applied in accompaniment with the condensed irradiation. As a result, the inorganic material can be reformed only at inner parts with an intended three-dimensional shape or pattern.

### (3) Brief Explanation of the Cited References

Either D1 and D2 discloses a reformation of a material by irradiation with light during a process of synthesis or heat treatment of an optical material to directly excite it at the absorption wavelength of rare earth metal or transition metal. In this method, it can not be expected to reform the material by irradiation with light beam after a synthesis or heat treatment process. Since a laser with a wavelength suitable for each element is necessarily used, a conventional laser is sometimes unavailable for effective reformation of the material accounting a kind of an element included in the material. In addition, reformation is limited to a surface part or a whole body of the material due to excitation of an absorption wavelength region, but the inner part of the material can not be selectively reformed with an intended three-dimensional pattern.

### (4) Comparison of the Present Invention with Cited References

It is apparent from comparison of the present invention with the cited references that reformation of an inorganic material by irradiation with a condensed pulsed laser beam with a wavelength different from absorption

Translation of REPLY to the Examiner's Opinion

wavelength of a rare earth metal or transition metal is neither disclosed nor suggested in any of the cited references. According to the present invention, the above mentioned feature brings out tremendous functions and effects which are never expected from the cited references.

Therefore, it is apparent the novelty of the present invention specified by the amended Claims is not denied in spite of D1 or D2.



## 答 弁 書

特許庁長官殿

1. 国際出願の表示 PCT/J P 9 8 / 0 5 6 7 6

2. 出願人

名称

科学技術振興事業団

JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION

あて名

〒332-0012 日本国埼玉県川口市本町四丁目1番8号

1-8, Hon-cho 4-chome, Kawaguchi-shi,

Saitama-ken 332-0012 Japan

国籍

日本国 Japan

住所

日本国 Japan

3. 代理人

氏名

9239 弁理士 小倉 亘

OGURA Wataru

あて名

〒171-0043 日本国東京都豊島区要町三丁目23番7号

大野千川ビル201

201, Ohno-Senkawa Bldg., 23-7, Kanamecho 3-chome,

Toshima-ku, Tokyo 171-0043 Japan

4. 通知の日付

21. 07. 99

5. 答弁の内容

(1) 審査官殿は、JP 8-301695 A (文献1) 及び JP 8-288582 A (文献2) を証拠として掲げ、本発明はこれら証拠に記載されているので新規性を欠如しているとの判断を示された。

そこで、出願人は、文献1及び文献2との対比で本発明を再検討いたしました。その結果、本発明は、審査官殿ご指摘のように新規性を欠如するものではなく、特許されて然るべき十分な内容をもつものと確信します。

以下に、その理由を説明します。

(2) 本発明の内容

本発明は、希土類元素や遷移金属元素の吸収波長と異なる波長のパルスレーザーで照射することを特徴としています。この点は、明細書第2頁第26行に記載されているところであり、新規事項の追加ではありません。実施例でも、 $\text{Eu}^{2+}$ に800nm（実施例1）、 $\text{Sm}^{2+}$ に1100nm（実施例2）、 $\text{Ce}^{3+}$ に550nmのパルスレーザー光を照射しています。

また、パルスレーザー光の集光照射によって集光点近傍で非常に大きな電場が無機材料（被照射材料）に付与され、合成又は熱処理後であっても効果的な材料改質が可能となります。しかも、吸収波長以外の波長を励起することから、光エネルギーは、多光子過程を経て無機材料に伝達されます。そのため、材料改質には一定の閾値が存在し、局部領域のみの光強度を大きくした集光照射と相俟って、閾値を超えた部分だけが改質されます。その結果、無機材料の内部に三次元的な任意のパターンで材料改質した領域を形成することが可能になります。

### (3) 引用文献の内容

文献1及び文献2は、何れも光学材料の合成過程（結晶成長過程）又は熱処理中に希土類元素や遷移金属元素の光吸収波長帯域を直接励起することにより材料改質しています。この方法によると、合成後又は熱処理後の光照射による効果的な材料改質は期待できません。また、吸収波長帯域を直接励起しているので、各元素に適した波長のレーザーが必要になり、元素によっては既存のレーザーで効果的な材料改質が可能な波長が得られないことも予想されます。更に、吸収波長帯域を励起しているので、材料改質領域の対象が材料表面近傍又は材料全体になり、三次元的な任意のパターンで材料内部を局部的に改質できません。

### (4) 本発明と引用文献との比較

本発明を引用文献と比較すると、希土類元素や遷移金属元素の吸収波長と異なる波長のパルスレーザーで無機材料を集光照射することに関しては、文献1及び文献2の何れにも記載又は示唆されていません。他方、本発明にあっては、この点によって何れの文献からも窺い知れない作用・効果が奏せられます。したがって、補正後の特許請求の範囲で特定される本

発明の新規性は、文献 1 又は文献 2 によって否定ないことは明らかです。

## Translation of AMENDMENT

## AMENDMENT

(based on Article 11)

Director of Japanese Patent Office

1. International Patent Application: PCT/JP98/05676

2. Applicant:

Name Japan Science and Technology Corporation  
Address 1-8, Hon-cho 4-chome, Kawaguchi-shi,  
Saitama-ken 332-0012 Japan

3. Procurator:

Name OGURA Wataru  
Address 201, Ohno-Senkawa Bldg., 23-7, Kanamecho 3-chome,  
Toshima-ku, Tokyo 332-0012 Japan

4. Object of Amendment: Specification and Claims

5. Amendment:

- (1) Specification, page 2, line 3; the wording of "pulsed laser beam" is replaced by "pulsed laser beam of wavelength different from absorption wavelength of rare earth and/or transition metal ion".
- (2) Specification, page 2, line 7; the wording of "pulsed laser beam" is replaced by "pulsed laser beam of wavelength different from absorption wavelength of rare earth and/or transition metal ion".
- (3) Specification, page 2, last line-page3, line 1; the wording of "preferably does not overlap" is replaced by "does not overlap".
- (4) Claim 1; the wording of "pulsed laser beam" is replaced by "pulsed laser beam of wavelength different from absorption wavelength of rare earth and/or transition metal ion".
- (5) Claim 7; the wording of "pulsed laser beam" is replaced by "pulsed laser beam of



Translation of AMENDMENT

wavelength different from absorption wavelength of said rare earth and/or transition metal ion".

6. List of Attached Documents: Pages 2-3 and Claims

手 続 補 正 書  
(法第 11 条の規定による補正)



特許庁長官殿

1. 国際出願の表示 PCT/J P 98 / 0 5 6 7 6

2. 出願人

名称 科学技術振興事業団  
JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION  
あて名 〒332-0012 日本国埼玉県川口市本町四丁目 1 番 8 号  
1-8, Hon-cho 4-chome, Kawaguchi-shi,  
Saitama-ken 332-0012 Japan  
国籍 日本国 Japan  
住所 日本国 Japan

3. 代理人

氏名 (9239) 弁理士 小倉 亘  
OGURA Wataru  
あて名 〒171-0043 日本国東京都豊島区要町三丁目 2 3 番 7 号  
大野千川ビル 2 0 1  
201, Ohno-Senkawa Bldg., 23-7, Kanamecho 3-chome,  
Toshima-ku, Tokyo 171-0043 Japan



4. 補正の対象 明細書及び請求の範囲

5. 補正の内容

- (1) 明細書第 2 頁第 3 行の「パルスレーザ光」を「希土類イオン及び／又は遷移金属イオンの吸収波長と異なる波長のパルスレーザ光」に訂正する。
- (2) 明細書第 2 頁第 7 行の「パルスレーザ光」を「希土類イオン及び／又は遷移金属イオンの吸収波長と異なる波長のパルスレーザ光」に訂正する。
- (3) 明細書第 2 頁第 2 頁末行～第 3 頁第 1 行の「重ならないことが好ましい。」を「重ならない波長とされる。」
- (4) 請求の範囲第 1 項の「パルスレーザ光」を「希土類イオン及び／又は遷移金属イオンの吸収波長と異なる波長のパルスレーザ光」に訂正する。
- (5) 請求の範囲第 7 項の「パルスレーザ光」を「希土類イオン及び／又は遷移

金属イオンの吸収波長と異なる波長のパルスレーザー光」に訂正する。

6. 添付書類の目録 明細書第2頁, 第3頁, 請求の範囲第7頁

## Translation of AMENDMENT

## CLAIMS

- 1.(amended) A method of selectively reforming an inner part of an inorganic body, which comprises:
  - emitting a pulsed laser beam of wavelength different from absorption wavelength of rare earth and/or transition metal ion to an inorganic body containing said rare earth and/or transition metal ion, and
  - condensing said pulsed laser beam at a focal point in an inner part of said inorganic body,
  - whereby said rare earth and/or transition metal ion changes its valence only at said focal point and its vicinity.
2. The method of selectively reforming an inner part of an inorganic body defined in Claim 1, wherein the inorganic body is a glass or crystal containing one or more of oxide, halide and chalcogenide.
3. The method of selectively reforming an inner part of an inorganic body defined in Claim 1 or 2, wherein the rare earth ion is one or more of Ce, Nd, Pr, Sm, Eu, Tb, Dy, Tm and Tb ions.
4. The method of selectively reforming an inner part of an inorganic body defined in Claim 1 or 2, wherein the transition metal ion is one or more of Ti, Mn, Cr, V, Fe, Cu, Mo and Ru ions.
5. The method of selectively reforming an inner part of an inorganic body defined in either one of Claims 1 to 5, wherein the focal point is relatively shifted with respect to the inorganic body so as to form a domain with a predetermined pattern where the rare earth and/or transition metal ion changes its valence.
6. The method of selectively reforming an inner part of an inorganic body defined in either one of Claims 1 to 6, wherein the inorganic body is irradiated with a pulsed laser beams with pulse width under a picosecond.
- 7.(amended) An inorganic body having such the selectively reformed inner part that a domain where valence of rare earth and/or transition metal ion is changed

## Translation of AMENDMENT

by condensed irradiation of a pulsed laser beam of wavelength different from absorption wavelength of said rare earth and/or transition metal ion is formed with a predetermined pattern in an inner part of said inorganic body.

#### 請求の範囲

1. (補正後) 希土類イオン及び／又は遷移金属イオンを含む無機材料の内部に集光点を調節した希土類イオン及び／又は遷移金属イオンの吸収波長と異なる波長のパルスレーザー光で無機材料を集光照射し、集光点及び集光点近傍のみ希土類イオン及び／又は遷移金属イオンの価数を変化させることを特徴とする無機材料内部の選択的改質方法。  
5
2. 酸化物、ハロゲン化物、カルコゲナイドの1種又は2種以上を含むガラス又は結晶を無機材料として使用する請求項1記載の無機材料内部の選択的改質方法。
3. 希土類イオンとしてCeイオン、Ndイオン、Prイオン、Smイオン、Euイオン、Tbイオン、Dyイオン、Tmイオン、Tbイオンの1種又は2種以上を含む無機材料を使用する請求項1又は2記載の無機材料内部の選択的改質方法。  
10
4. 遷移金属イオンとしてTiイオン、Mnイオン、Crイオン、Vイオン、Feイオン、Cuイオン、Moイオン、Ruイオンの1種又は2種以上を含む無機材料を使用する請求項1又は2記載の無機材料内部の選択的改質方法。
5. 集光点を無機材料に対して相対移動させ、所定パターンで希土類イオン及び／又は遷移金属イオンの価数が変化した領域を無機材料の内部に形成する請求項1～5の何れかに記載の無機材料内部の選択的改質方法。  
15
6. パルス幅1ピコ秒以下のパルスレーザー光で無機材料を照射する請求項1～6の何れかに記載の無機材料内部の選択的改質方法。
7. (補正後) 希土類イオン及び／又は遷移金属イオンの吸収波長と異なる波長のパルスレーザー光の集光照射により希土類イオン及び／又は遷移金属イオンの価数が変化した領域が無機材料の内部に選択的に形成されていることを特徴とする内部が選択的に改質された無機材料。  
20